

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Ning CHEN, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: HIGH SENSITIVITY RADIO RECEIVER

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-351115	December 3, 2002
Japan	2002-351116	December 3, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

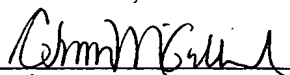
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Masayasu Mori

Registration No. 47,301

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

157032us

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    3 日  
Date of Application:

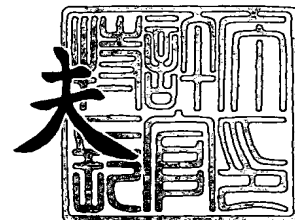
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 1 1 1 5  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 1 1 1 5 ]

出 願 人                      株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 9 1 2 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 DCMH140440  
【提出日】 平成14年12月 3日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04B 1/08

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 陳 凝

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 垂澤 芳明

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 佐藤 圭

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 檜橋 祥一

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 寺田 矩芳

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ  
・ ティ・ ティ・ ドコモ内

【氏名】 野島 俊雄

## 【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ

## 【代理人】

【識別番号】 100066153

【弁理士】

【氏名又は名称】 草野 卓

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100642

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲垣 稔

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100114133

【弁理士】

【氏名又は名称】 横田 芳信

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002897

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205124

【プルーフの要否】 要

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 高感度受信機****【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは、熱遮蔽函に封入され、冷却手段により冷却されることを特徴とする高感度受信機。

**【請求項 2】** 高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは冷却手段により所望の第 1 の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは熱抵抗手段を介して上記冷却手段により所望の第 2 の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

**【請求項 3】** 高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは熱抵抗手段を介して冷却手段により所望の第 1 の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記冷却手段により所望の第 2 の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

**【請求項 4】** 高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第 1 熱抵抗手段を介して冷却手段により所望の第 1 の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第 2 熱抵抗手段を介して上記冷却手段により所望の第 2 の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は上

記冷却手段により所望の第3の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

【請求項5】高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第1の冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第2の冷却手段により所望の第2の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

【請求項6】高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第1の冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第2の冷却手段により所望の第2の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は第3の冷却手段により所望の第3の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

【請求項7】高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは2ステージ形冷却手段の第1ステージに設置されて所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記2ステージ形冷却手段の第2ステージに設置されて所望の第2の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

【請求項8】高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段の接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽

函に封入され、上記受信帯域フィルタは3ステージ形冷却手段の第1ステージに設置されて所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記3ステージ形冷却手段の第2ステージに設置されて所望の第2の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は上記3ステージ形冷却手段の第3ステージに設置されて所望の第3の温度に冷却されることを特徴とする高感度受信機。

【請求項9】請求項1乃至8のいずれか1項に記載の高周波受信機において、前記受信低雑音増幅器と前記レーザーダイオードとの間に信号伝送経路が挿入され、前記受信低雑音増幅器の出力信号の一部をバイアス電流制御手段に入力する電力分配手段が設けられ、前記バイアス電流制御手段は入力した信号の電力レベルに応じて前記レーザーダイオードへ供給するバイアス電流を制御することを特徴とする高周波受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば移動通信の基地局無線装置に適用され、高周波受信部を冷却して、所望の信号を受信する高感度受信機に関する。

【0002】

【従来の技術】

図11に従来の高感度受信機のブロック図を示す。

この従来の高感度受信機は、アンテナ1と、アンテナ1で受信された信号を伝送するためのアンテナフィード2と、所望の帯域の信号を選択する受信帯域フィルタ（以下「RXF」という）3と、RXF3の出力を所望のレベルまで低雑音で増幅する受信低雑音増幅器（以下「LNA」という）4と、レーザーダイオード（以下「LD」という）5と、出力端子6と、光ファイバケーブルからなる伝送線路20と、光／電気変換器（以下「O/E」という）21を備えている。RXF3、LNA4、及びLD5は一つの筐体7に収納される。ここで図示していないが、RXF3とLNA4との間で整合をとるために、両者の間にアイソレータを設ける場合もある。LD5はLNA4の出力電気信号を光信号に変換して出力端子6から光信号を出力する。出力端子6から出力される光信号は、伝送線路20に

より伝送され、O/E21により再び電気信号に変換されて受信信号として出力される（例えば、非特許文献1 参照）

ここで、LD5、出力端子6、伝送線路20、及びO/E21から構成される部分を光伝送部と言う。

上記高感度受信機は、LD5によりLNA4から出力される受信信号は光信号に変換して光ファイバケーブルにより伝送されるため、同軸ケーブルを利用した電気信号の伝送方法と比べて伝送線路の軽量化、低損失化、及び広帯域化が可能である点で有利である。

#### 【0003】

##### 【非特許文献1】

Ta-Shing Chu and Michael J. Gans, "Fiber Optic Microcellular Radio," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.40, No3, August 1991. pp. 599-606.

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

図12に示した前記従来の技術の高感度受信機において、光伝送部のダイナミックレンジ（以下「DR」という）は、光伝送部の利得、雑音、及び歪特性を総合的に反映するパラメータであり、その定義として、図13に示すように、等レベルの2波の搬送波信号を伝送する場合、光伝送部の出力において、相互変調歪成分の電力が雑音電力を超えないという条件の下で、達成できる最大のC/N比（搬送波電力/雑音電力）である。しかし前記高感度受信機が屋外に設置される場合、雰囲気温度の変化によって、LD5の電気/光変換特性（E/O特性）が大きく変動することがある。さらにDRは主としてLD5のE/O特性に支配されるため、DRも雰囲気温度の変動により大きく変動することがある。

一方、高感度受信機の受信性能を表す指標の一つとして、多重化チャネル数mがある。mが大きい場合、mとDRとの関係を次の式で近似的に表すことができる。



## 【数 1】

$$m \approx \sqrt{\frac{2}{3}} \left[ \frac{DR}{\text{規定された } C/N \text{ 比}} \right]^{3/2} \quad (\text{式 1})$$

(文献「T. Olson, "An RF and Microwave Fiber-optic Design Guide", Microwave Journal, 1996, 39, (8) pp.54-78」参照。) このため、DR が変動すると、所要の m を確保できなくなる場合がある。

## 【0005】

図 14 に LD5 の動作温度に対する DR に関する実験結果の一例を示す。この実験例において、LD5 は DFB 型レーザーダイオードである。図 14 において、LD5 の動作温度が例えば 298K (25° C) から 318K (35° C) に上昇した場合、DR は 2.7dB 減少する。298K での m を例えば 32 波とすると、(式 1) から、318K のときの m は 12 波程度になり、LD5 の動作温度の上昇による m の劣化は極めて大きい。

従来では LD5 の動作温度の安定化を図るためにペルチェ素子が一般的に用いられている。しかし大きな雰囲気温度の変化を有する屋外において、ペルチェ素子による LD5 の温度の安定化は困難である。このため、従来の高感度受信機を屋外に設置する場合、雰囲気温度の変動に対して、所望の m を達成する DR を安定して確保することは極めて困難であるという問題があった。

本発明の目的は、高感度受信機が屋外に設置される場合、RXF、LNA、及び LD を熱遮蔽函に封入して冷却することにより雰囲気温度の変化に対して RXF、LNA、及び LD の温度の安定化を図り、ロバストで、低損失・低雑音であり、かつ十分な光伝送部のダイナミックレンジを有する高感度受信機を提供することにある。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

(1) 請求項 1 の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは、熱遮蔽函に封入され、冷却手段により冷却される。

(2) 請求項2の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは熱抵抗手段を介して冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは熱抵抗手段を介して上記冷却手段により所望の第2の温度に冷却される。

(3) 請求項3の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは熱抵抗手段を介して冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記冷却手段により所望の第2の温度に冷却される。

#### 【0007】

(4) 請求項4の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第1熱抵抗手段を介して冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第2熱抵抗手段を介して上記冷却手段により所望の第2の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は上記冷却手段により所望の第3の温度に冷却される。

(5) 請求項5に発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信

帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第1の冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第2の冷却手段により所望の第2の温度に冷却される。

(6) 請求項6の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは第1の冷却手段により所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは第2の冷却手段により所望の第2の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は第3の冷却手段により所望の第3の温度に冷却される。

#### 【0008】

(7) 請求項7の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは2ステージ形冷却手段の第1ステージに設置されて所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記2ステージ形冷却手段の第2ステージに設置されて所望の第2の温度に冷却される。

(8) 請求項8の発明では、高周波信号が入力される受信帯域フィルタと、受信帯域フィルタの後段の接続された受信低雑音増幅器と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオードを具備する高感度受信機において、

上記受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザーダイオードは熱遮蔽函に封入され、上記受信帯域フィルタは3ステージ形冷却手段の第1ステージに設置されて所望の第1の温度に冷却され、上記レーザーダイオードは上記3ステージ形冷却手段の第2ステージに設置されて所望の第2の温度に冷却され、上記受信低雑音増幅器は上記3ステージ形冷却手段の第3ステージに設置されて所望の第3の温度に冷却される。

(9) 請求項9の発明は、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の高周波受信機において、

前記受信低雑音増幅器と前記レーザーダイオードとの間に信号伝送経路が挿入され、前記受信低雑音増幅器の出力信号の一部をバイアス電流制御に inputs する電力分配手段が設けられ、前記バイアス電流制御手段は入力した信号の電力レベルに応じて前記レーザーダイオードへ供給するバイアス電流を制御する。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、請求項1の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図1と図12と対応する部分に同一の符号と付けてある。図12に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3、LNA4、及びLD5は例えばデュワー瓶等の熱遮蔽函8に封入され、外部から供給される電源により動作する冷却手段9により冷却されている点が異なる。熱遮蔽函8及び冷却手段9は1つの筐体7に収納される。

冷却手段9は、例えばヘリウムガスの圧縮・膨張による熱交換サイクルを利用することにより、数10Kといった極めて低い温度まで冷却できる極低温冷凍機、加熱器、温度センサー、及び温度制御回路とで構成される。温度制御回路は、所望のLD5の温度と温度センサーにより測定されたLD5の温度とを比較して、冷凍機の熱吸収量と加熱器の熱発生量とを調節することにより、LD5の動作温度を長時間安定して所望の温度に維持することができる。また、熱遮蔽函8はその内部を真空にすることによって、周辺環境からの熱伝導を遮断し、冷凍機の負荷を軽減するとともに、LD5を極低温に冷却しても空気中の水蒸気が昇華してLD5に霜がおりることを防ぐことができる。例えば図14に示す実験データ例

において、このLD5の動作温度を213Kに設定することによって、光伝送部のダイナミックレンジは298K (25° C) 時の値と比べて7 dB改善される。298Kでの多重化チャンネル数は例えば32波であるとする、前記(式1)から、213Kのとき多重化チャンネル数は360波ほどにも及ぶ。LD5を低温に冷却することによって多重化チャンネル数を著しく拡大することができる。

#### 【0010】

また、RXF3及びLNA4を同様に冷却手段9により冷却することで、雰囲気温度の変化に対するRXF3及びLNA4の電気的特性の変動を防ぐことができ、これらで発生する熱雑音を低減することができる。また、LD5として、超伝導材料の臨界温度(数10K)付近、もしくは高温超伝導材料の臨界温度(例えば77.4K)付近でそのE/O変換特性が光伝送部のダイナミックレンジを最大化するようなものを用いる場合、RXF3、LNA4、及びLD5を冷却手段9により前記臨界温度に冷却する。RXF3を超伝導材料もしくは高温超伝導材料で構成することによって、RXF3を構成する共振器を多段化してもRXF3は超伝導状態であるため、その損失分が少なく、RXF3の減衰特性を急峻にすることができる。

その結果、図1に示した高感度受信機を用いることにより、低いレベルの受信信号に対しても、例えば規定されたC/N比の受信信号を得ることができると同時に十分な光伝送部のダイナミックレンジを確保することができる。

#### 【0011】

図2は請求項2の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図2には図1と対応する部分に同一の符号を付けてある。図1に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3及びLNA4は冷却手段9により冷却され、LD5は熱抵抗手段10-1を介して冷却手段9により冷却される点異なる。RXF3は冷却手段9により冷却され、所望の温度(すなわち第1の温度)に長時間安定して維持される。一方、熱抵抗手段10-1はLD5と冷却手段9との間に介在し、LD5の動作するときに発生する熱を冷却手段9へ伝導し、LD5の温度を長時間安定して所望の温度(すなわち第2の温度)に維持する。ここで熱抵抗手段10-1を冷却手段9とLD5との間に介在した理由は後述するが、熱抵抗手段10

-1を用いることにより、第1の温度と第2の温度との間に必要な温度オフセットを設けることができる。

上記第1の温度は、例えばR X F 3を超伝導材料で構成した場合、R X F 3の臨界温度以下に設定される、この温度状態でR X F 3は超伝導状態になっている。この場合R X F 3を構成する共振器を多段化しても、R X F 3は超伝導状態であるため、その損失分が少なく、R X F 3の減衰特性を急峻にすることができる。同時に、R X F 3で発生する熱雑音をも低減される。

一方、上記第2の温度は、L D 5を好適の電気特性で動作させるための温度である。例えば、図14に示す実験データの例において、このL D 5は213Kの温度において、その電気特性により光伝送部のダイナミックレンジが最大化される。このため、光伝送部の多重化チャネル数の最大化を図るときに、このL D 5に関して第2の温度を213Kに設定することが望まれる。

以上は第1の温度と第2の温度の例であるが、一般的にR X F 3にとって好適の第1の温度とL D 5にとって好適の第2の温度は一樣ではない。そこでこの実施例では、R X F 3が第1の温度に安定する状態を冷却手段9により実現し、L D 5が（第1の温度と比較して高い）第2の温度に安定する状態を、L D 5と冷却手段9との間に熱抵抗手段10-1を介在させることにより実現する。これが熱抵抗手段10-1を冷却手段9とL D 5との間に介在させた理由である。なお、所要の温度オフセットは、熱抵抗手段10-1を構成する部材の熱伝導率及び形状を適切に選ぶことにより実現することができる。

なお、図2に示す高感度受信機の構成例において、L N A 4の低雑音化を図るために、L N A 4をR X F 3とともに冷却手段9により冷却されるが、L N A 4をL D 5とともに熱抵抗手段10-1を介して冷却手段9により冷却する構成も用いることもできる。

#### 【0012】

図3は請求項3の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図2に示した構成と比較してこの実施例では、R X F 3は熱抵抗手段10-2を介して冷却手段9により冷却され、L N A 4及びL D 5は冷却手段9により冷却される点が異なる。R X F 3は熱抵抗手段10-2を介して冷却手段9により冷却され

、第1の温度に長時間安定して維持される。LD5は冷却手段9により冷却され、第2の温度に長時間安定して維持される。この実施例では、LD5が第2の温度に安定する状態を冷却手段9により実現し、RXF3が（第2の温度と比較して高い）第1の温度に安定する状態を、RXF3と冷却手段9との間に熱抵抗手段10-2を介在させることにより実現する。

なお、図3に示す高感度受信機の構成例において、LNA4の低雑音化を図るために、LNA4をLD5とともに冷却手段9により冷却されるが、LNA4をRXF3とともに熱抵抗手段10-2を介して冷却手段9により冷却する構成も用いることもできる。

#### 【0013】

図4は請求項4の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図2に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3は第1熱抵抗手段10-2を介して冷却手段9により冷却され、LD5は第2熱抵抗手段10-1を介して冷却手段9により冷却され、及びLNA4は冷却手段9により冷却される点が異なる。図4に示す構成において、RXF3、LD5、及びLNA4は、それぞれ第1の温度、第2の温度及び第3の温度に長時間安定して維持される。第1熱抵抗手段10-2及び第2熱抵抗手段10-1を設けることにより、第1の温度と第3の温度との間の温度オフセット、及び第2の温度と第3の温度との間の温度オフセットをそれぞれ所要の値に設定することができる。第1、第2及び第3の温度の一例として、例えば、高温超伝導材料により構成されたRXF3に対して第1の温度を77K程度に設定し、図14に示す実験データの例の場合LD5に対して第二の温度を213Kに設定し、また、LNA4で発生する熱雑音を極限的に低減するために、第3の温度を数10K程度に設定する。

#### 【0014】

図5は請求項5の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図1に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3及びLNA4は第1冷却手段9-1により冷却され、LD5は第2冷却手段9-2により冷却される点が異なる。RXF3は第1冷却手段9-1により冷却され、第1の温度に長時間安定して維持される。LD5は第2冷却手段9-2により冷却され、第2の温度に長時間安

定して維持される。第1冷却手段9-1及び第2冷却手段9-2を設ける理由は、RXF3の第1の温度とLD5の第2の温度をそれぞれ独立に設定できるようにするためである。

なお、図5に示す高感度受信機の構成例において、LNA4の低雑音化を図るために、LNA4をRXF3とともに第1冷却手段9-1により冷却されるが、LNA4をLD5とともに熱抵抗手段9-2により冷却する構成も用いることもできる。

#### 【0015】

図6は請求項6の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図5に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3、LD5、及びLNA4は、それぞれ第1冷却手段9-3、第2冷却手段9-4、及び第3冷却手段9-5により冷却される点が異なる。この構成により、RXF3、LD4、及びLNA4は、それぞれ第1の温度、第2の温度、及び第3の温度に長時間安定して維持される。第1、第2及び第3の温度の一例として、例えば、高温超伝導材料により構成されたRXF3に対して第1の温度を77K程度に設定し、図13に示す実験データの例の場合のLD5に対して第2の温度を213Kに設定し、また、LNA4で発生する熱雑音を極限的に低減するために、第3の温度を数10K程度に設定する。

#### 【0016】

図7は請求項7の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図5に示した構成と比較してこの実施例では、RXF3及びLNA4は2ステージ形冷却手段9-6の第1ステージ9-61に設置されて冷却され、LD5は2ステージ形冷却手段9-6の第2ステージ9-62に設置されて冷却される点が異なる。2ステージ形冷却手段9-6は、その第1ステージ9-61と第2ステージ9-62の温度を独立に設定することができる。このような2ステージ形冷却手段9-6として市販品を利用することができる。RXF3は第1ステージ9-61に設置されて冷却され、第1の温度に長時間安定して維持される。LD5は第2ステージ9-62に設置されて冷却され、第2の温度に長時間安定して維持される。

なお、図7に示す高感度受信機の構成例において、LNA4の低雑音化を図るために、LNA4をRXF3とともに第1ステージ9-61に設置されて冷却される



が、LNA 4 を LD 5 とともに第 2 ステージに 9-62 に設置されて冷却される構成も用いることもできる。

#### 【0017】

図 8 は請求項 8 の高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

図 7 に示した構成と比較してこの実施例では、RXF 3、LD 5、及び LNA 4 は、それぞれ 3 ステージ形冷却手段 9-7 の第 1 ステージ 9-71、第 2 ステージ 9-72、及び第 3 ステージ 9-73 に設置されて冷却される点が異なる。3 ステージ形冷却手段 9-7 は、その第 1 ステージ 9-71、第 2 ステージ 9-72、及び第 3 ステージ 9-73 の温度を独立に設定することができる。この場合、RXF 3、LD 5、及び LNA 4 は、それぞれ第 1、第 2 及び第 3 の温度に長時間安定して維持される、第 1、第 2 及び第 3 の温度の一例として、例えば、高温超伝導材料により構成された RXF 3 に対して第 1 の温度を 77K 程度に設定し、図 13 に示す実験データの例の場合の LD 5 に対して第 2 の温度を 213K に設定し、また、LNA 4 で発生する熱雑音を極限的に低減するために、第 3 の温度を数 10K に設定する。

#### 【0018】

図 9 は請求項 9 に高感度受信機の実施例を示すブロック図である。図 10 はレーザーダイオードを用いて高周波信号を光信号に変換する原理を説明するための図である。

図 9 に示した高感度受信機は、図 2 に示した高感度受信機に LD のバイアス電流を制御するための電力を分配する分配手段 11 とバイアス電流制御手段 12 を備えた高感度受信機である。

LNA 4 の出力信号は分配手段 11 により分配されて LD 5 及びバイアス電流制御手段 12 に入力される。バイアス電流制御手段 12 は、入力信号の電力レベルを検出し、入力信号の電力レベルが大きい場合には LD 5 に供給するバイアス電流を増大し、入力信号の電力が小さい場合には LD 5 に供給するバイアス電流を低減するように制御する。

#### 【0019】

図 10 を参照して LD 5 を用いて高周波信号を光信号に変換する原理を説明する。

。

図10 (a) は、高周波信号 $s(t)$ が最も大きな多重化チャネル数を有する場合を表す。この場合、 $s(t)$ は大きな電力レベルを有し、その最大振幅も大きくなっている。 $s(t)$ を光信号 $p(t)$ に変換するときに、クリッピングを発生させないように、LD5のバイアス電流を例えば $I_1$ のように十分大きく設定する。ただしこの場合LD5は大きな平均出力パワー $P_1$ を伴っている。一方、高感度受信機の受信高周波信号の多重化チャネル数が通信トラヒックにより時間的に変動する場合がある。このため、 $s(t)$ の電力及び振幅も時間的な変動をする。図10 (b) に示すように、多重化チャネル数が少なくなると、 $s(t)$ の最大振幅が小さい場合、LD5のバイアス電流を例えば小さい電流値 $I_2$ に設定する。この場合、LD5の平均出力光パワーを $P_2$ まで低減することができる。これにより、LD5の発熱量を低減し、冷却手段9の負荷を小さくできると同時に、常に大きなバイアス電流及び大きな平均出力光パワーで動作する場合と比べてLD5の経年劣化を緩和することを図ることができる。

なお、図2に示した高感度受信機に電力分配手段11とバイアス電流制御手段12を適用してLDのバイアス電流を入力高周波信号の電力レベルに応じて制御する場合について説明したが、図1、図3～9に示した高感度受信機においても同様に適用が可能である。

#### 【0020】

図11はパイロット信号を用いた監視手段を備えた高感度受信機の実施例を示すブロック図である。

この実施例は上述した高感度受信機と比較して、RXF3の減衰帯域の範囲内のパイロット信号を発生するパイロット信号発生手段30が熱遮蔽函8の外側に設けられ、またパイロット信号発生手段30で発生されたパイロット信号をRXF3とLNA4の間に注入するパイロット信号注入手段31が設けられ、さらに出力端子6からの光信号を伝送する光ファイバケーブルである伝送線路20上に、光信号を電気信号に変換してから受信信号と上記パイロット信号を分波する分波手段32と、分波されたパイロット信号のレベルを検出するレベル検出手段33と、レベル検出手段33により検出された上記パイロット信号のレベルと予め設定された閾値と比較する監視手段34とが設けられている点で異なる。パイロット信号発生手段

30が熱遮蔽函8の内部に設けられなかったのは、冷却手段9に対する負担を軽減するためである。レベル検出手段33は選択レベルメータ等が利用できる。さらに、監視手段34は予め設定された閾値電圧を発生する基準電圧発生手段とコンパレータ等で構成されるか、あるいは、基本回路としてのA/D変換器、マイクロプロセッサ、ROM、RAM等から構成することができる。

パイロット信号発生手段30で発生されたパイロット信号はパイロット信号注入手段31によりLNA4に注入される。このとき、パイロット信号の周波数はRXF3の減衰帯域になるように設定されているから、注入されたパイロット信号はRXF3で反射され、LNA4に入力されるので、パイロット信号がアンテナ1から放射されることなく、他のシステムに妨害を与える心配はない。パイロット信号が付加された受信信号は、LNA4により増幅され、LD5により光信号に変換され出力端子6から出力される。例えば屋内において受信信号とパイロット信号を分波手段32で分波し、パイロット信号のレベルをレベル検出手段33で検出することができる。監視手段34においてレベル検出手段33により検出されたパイロット信号のレベルが予め設定された閾値と比較し低いかどうかを監視すれば、屋外に設置された高感度受信機内のLNA4もしくはLD5で障害が発生したかどうかを直ちに、かつ、確実に検出することができる。またこの場合、高感度受信機を予備のLNA4もしくはLD5に切り換えることもできる。

#### 【0021】

なお、図11では図1の構成例において、パイロット信号発生手段30及びパイロット信号注入手段31を設けた例を示しているが、他の構成例においても同様に適用が可能である。また、パイロット信号注入手段31を冷却手段9により冷却する、あるいは冷却しない構成としてもよい。

さらに、高感度受信機が屋外に設置される場合、雷放電に起因する障害を回避するために、筐体7の内部で、アンテナフィーダ2とRXF3の間、及び各デバイスに給電される給電線路（図示せず）のそれぞれに雷サージ保護器を挿入する。

#### 【0022】

#### 【発明の効果】

以上述べたようにこの発明によれば、高感度受信機を屋外に設置する場合でも、雰囲気温度の変化に対してロバストで、低損失・低雑音であり、かつ十分な光伝送部のダイナミックレンジを確保することができる高感度受信機を提供できる。また、受信帯域フィルタ、受信低雑音増幅器、及びレーザダイオードを一つの熱遮蔽函に封入して冷却することにより、これらを別々に熱遮蔽函に封入して冷却する場合と比べて、熱遮蔽函間の信号接続用電気ケーブルの設置を省けるだけでなく、このような信号接続用電気ケーブルを通して各熱遮蔽函への熱侵入、及びこの熱侵入による各冷却手段の負荷増をなくすことができ、高感度受信機全体の小型化、経済化ができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

請求項 1 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 2】**

請求項 2 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 3】**

請求項 3 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 4】**

請求項 4 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 5】**

請求項 5 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 6】**

請求項 6 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 7】**

請求項 7 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 8】**

請求項 8 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 9】**

請求項 9 の高感度受信機の実施例を示すブロック図。

**【図 10】**

レーザーダイオードを用いて高周波信号を光信号に変換する原理を説明するための図。

【図 1 1】

パイロット信号を用いた監視手段を備えた高感度受信機の実施例を示すブロック図。

【図 1 2】

従来の高感度受信機を示すブロック図。

【図 1 3】

光伝送部のダイナミックレンジを説明するための図。

【図 1 4】

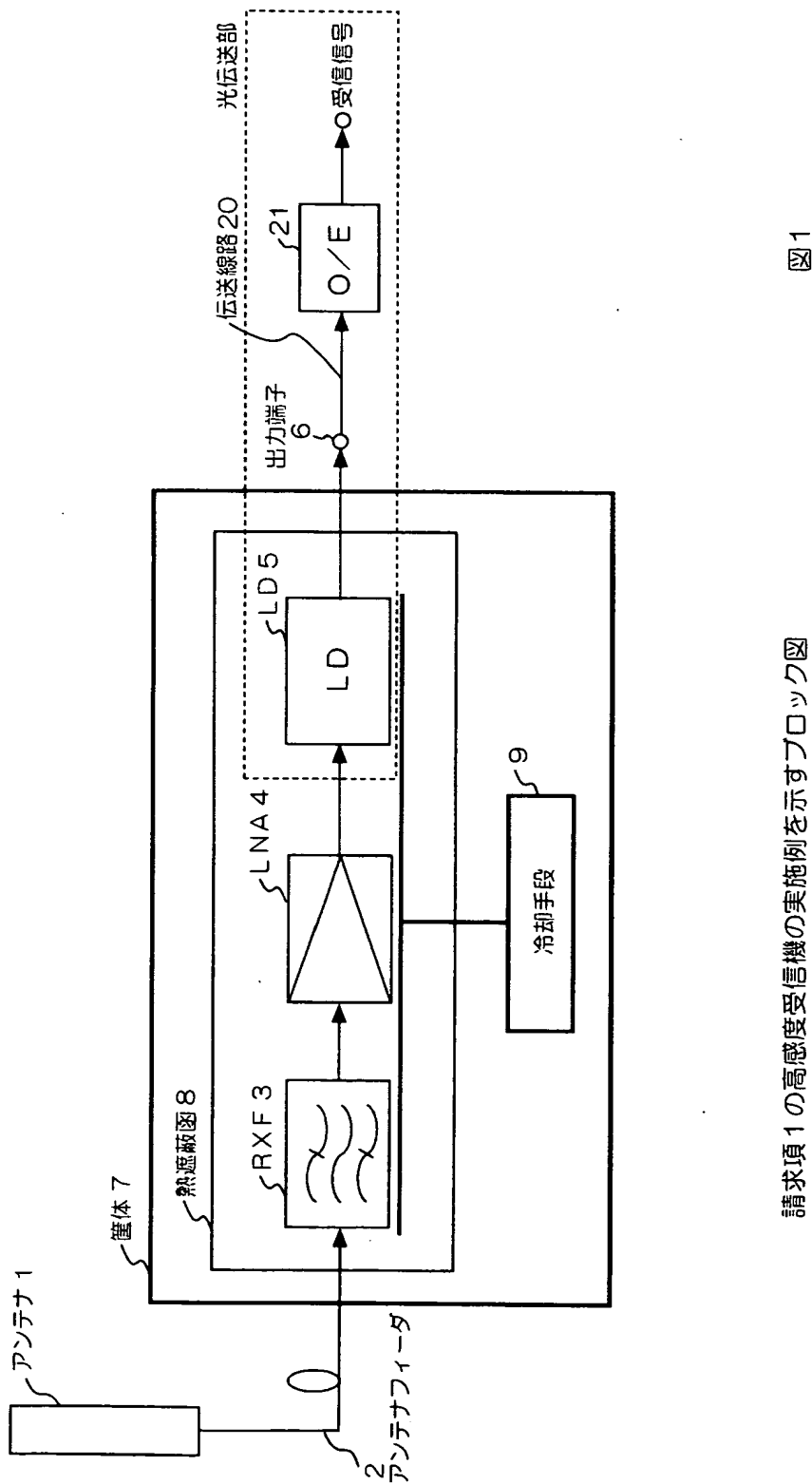
レーザーダイオードの動作温度に対するダイナミックレンジの実験例を示す図。

【符号の説明】

1・・・アンテナ、2・・・アンテナフィーダ、3・・・受信帯域フィルタ、4・・・受信低雑音増幅器、5・・・レーザーダイオード、7・・・筐体、9・・・冷却手段、10・・・熱抵抗手段

【書類名】  
【図 1】

図面



請求項1の高感受受信機の実施例を示すブロック図

図1

【図 2】

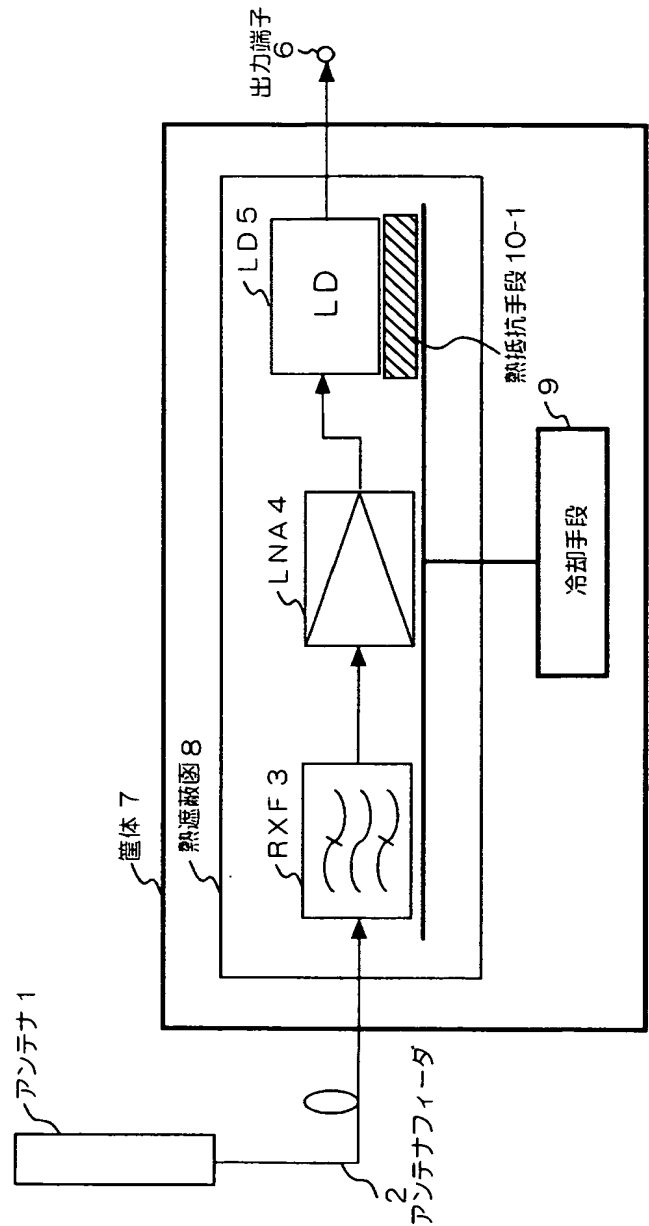


図 2

請求項 2 の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図 3】

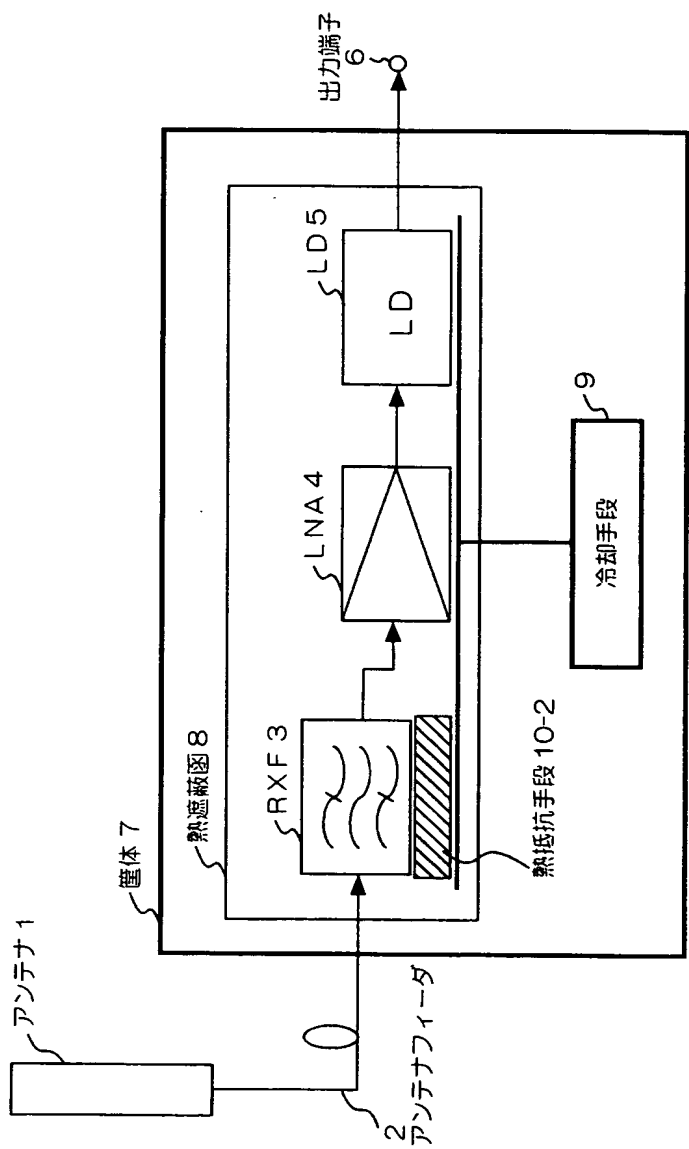


図 3

請求項 3 の高感度受信機の実施例を示すブロック図



【図4】

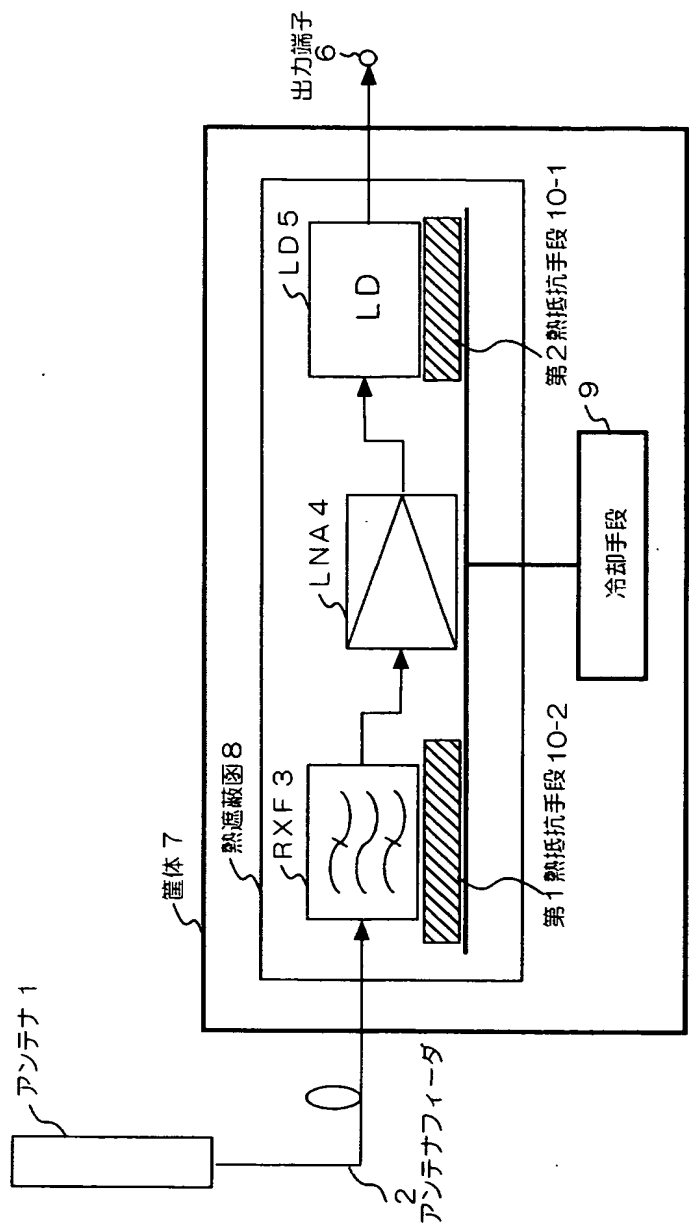


図4

請求項4の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図5】

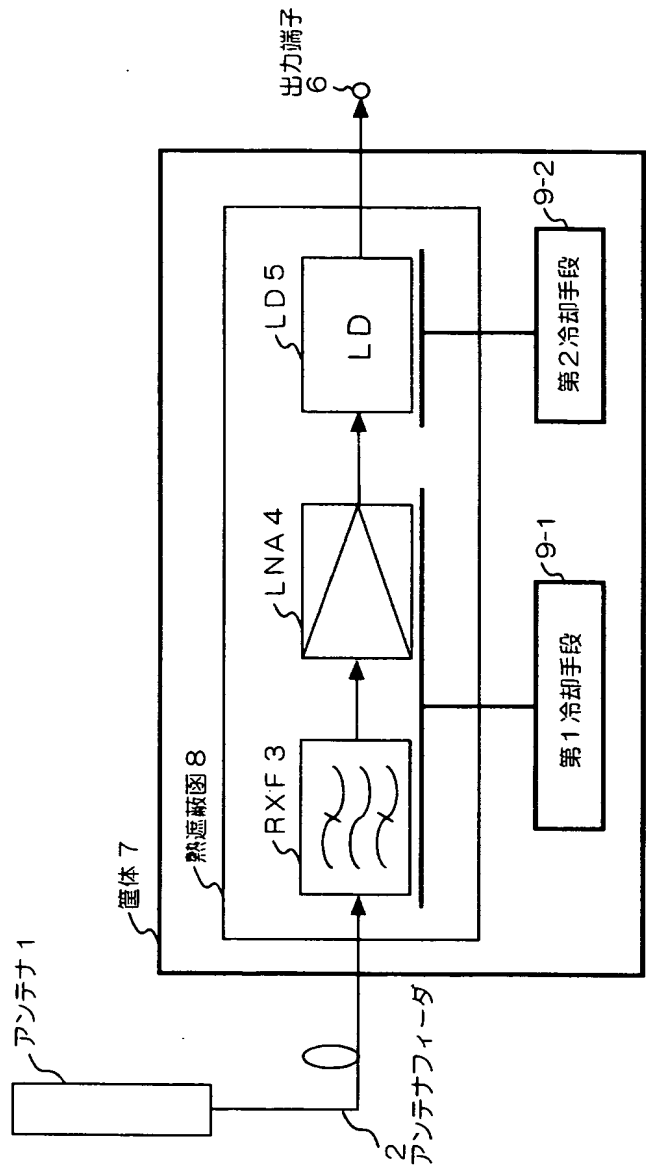


図5

請求項5の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図 6】

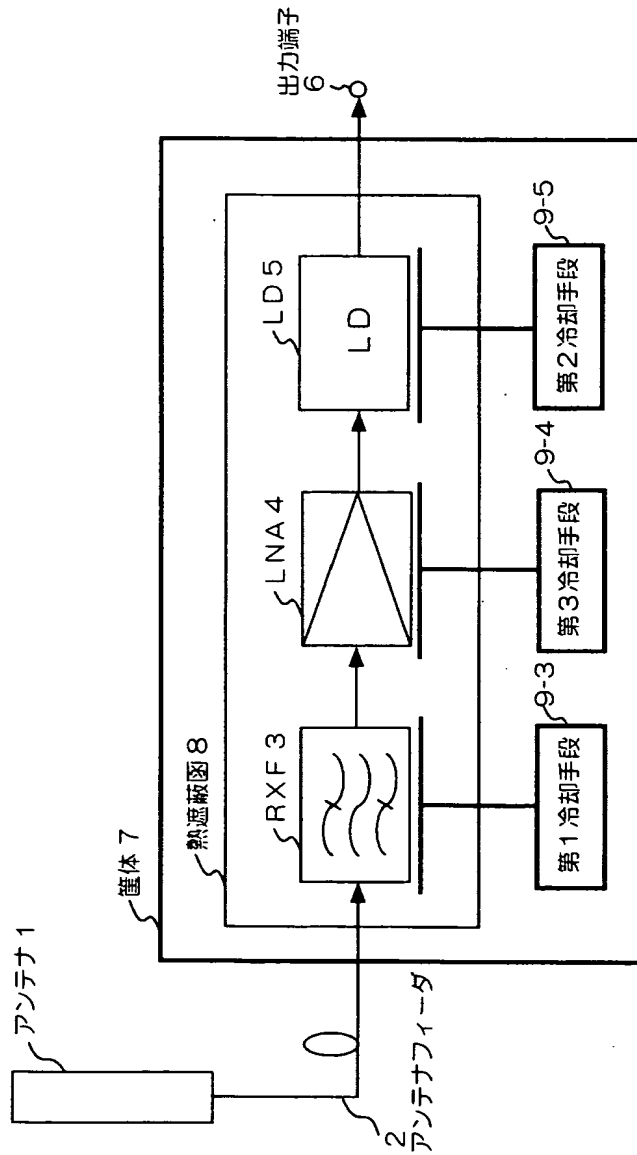


図 6

請求項 6 の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図 7】

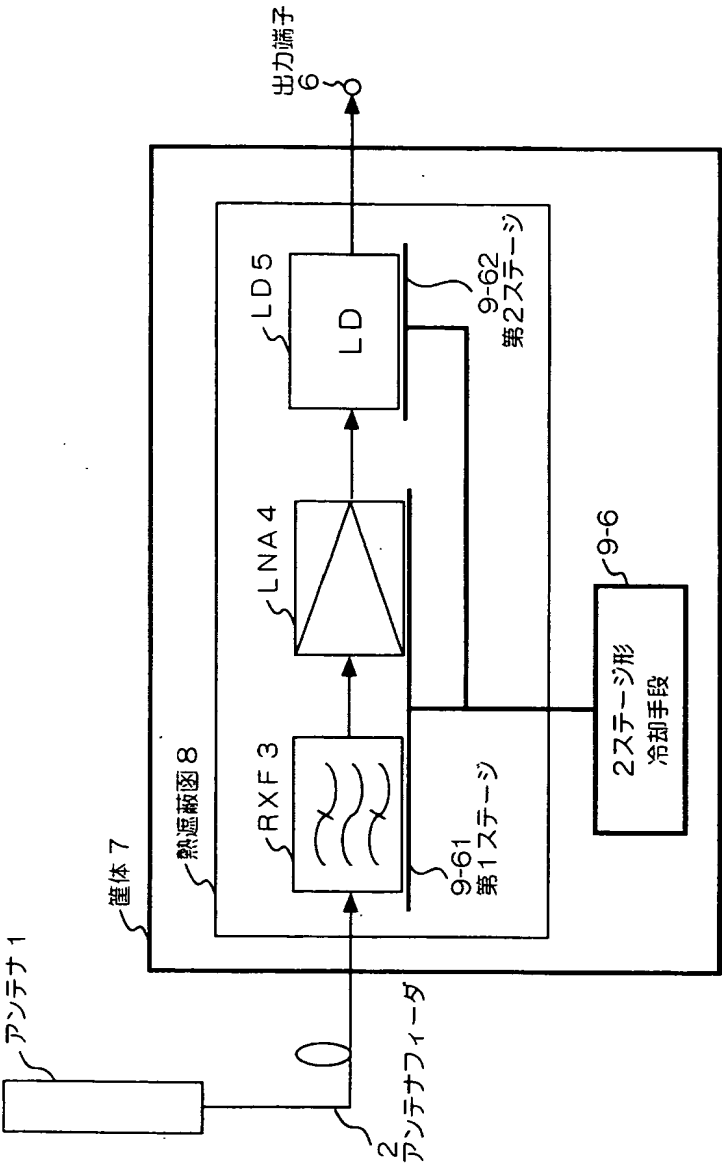


図 7

請求項 7 の高感受受信機の実施例を示すブロック図

【図 8】

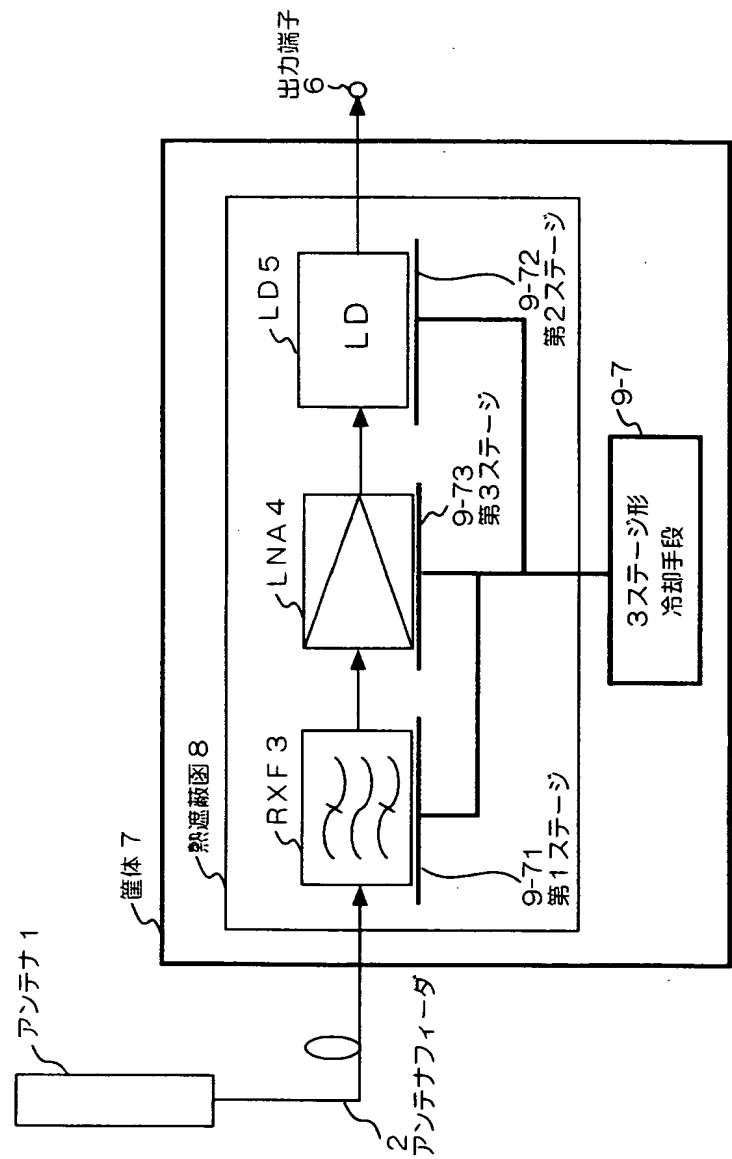


図 8

請求項 8 の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図 9】

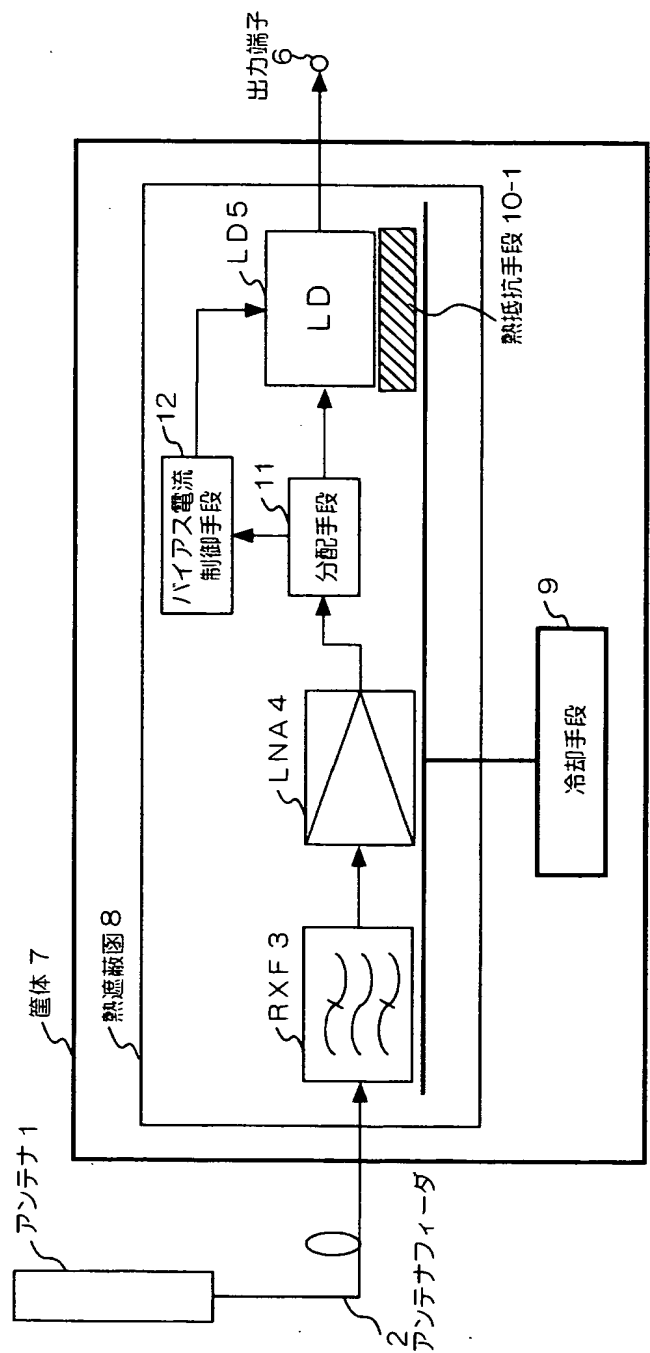
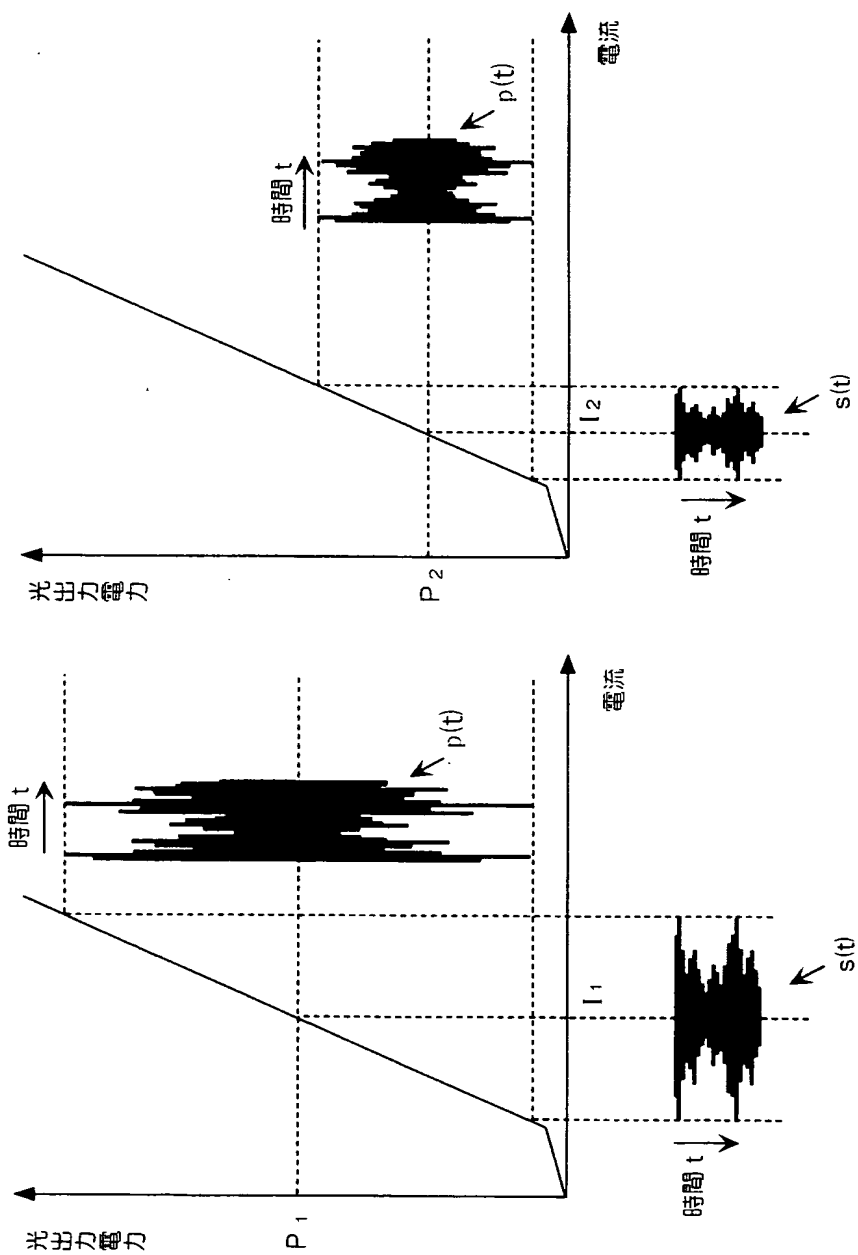


図 9

請求項 9 の高感度受信機の実施例を示すブロック図

【図10】



(a) 高周波入力信号が大きい場合  
(b) 高周波入力信号が小さい場合

図10

レーザーダイオードを用いて高周波信号を光信号に変換する原理を説明するための図

【図 11】

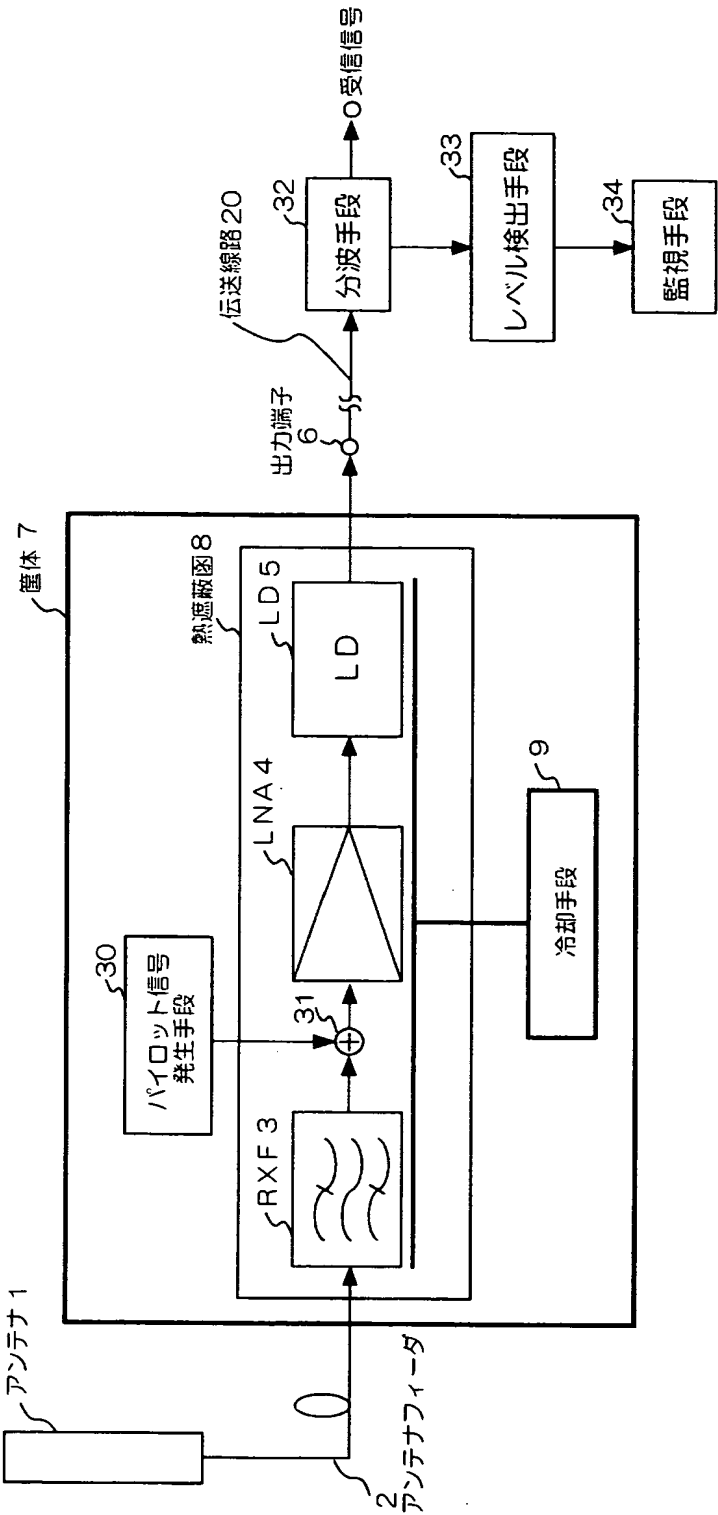


図 11

パイロット信号を用いた監視手段を備えた高感受受信機の実施例を示すブロック図



【図 1 2】

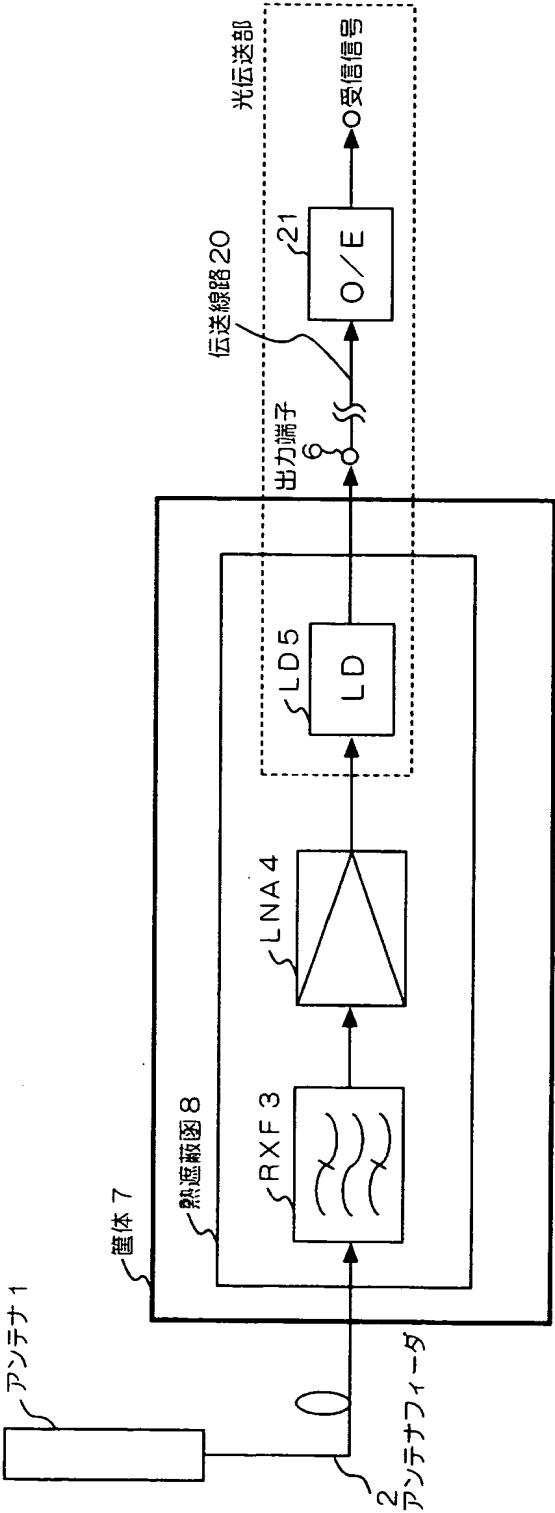
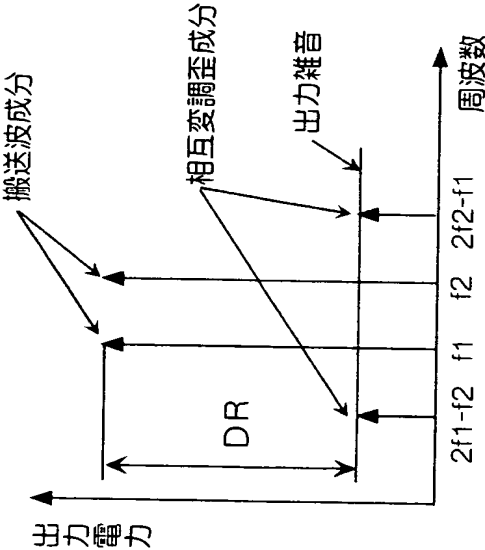


図 1 2

従来の高感度受信機のブロック図

【図 13】



光伝送部のダイミックスレンジを説明するための図

図 13

【図 14】

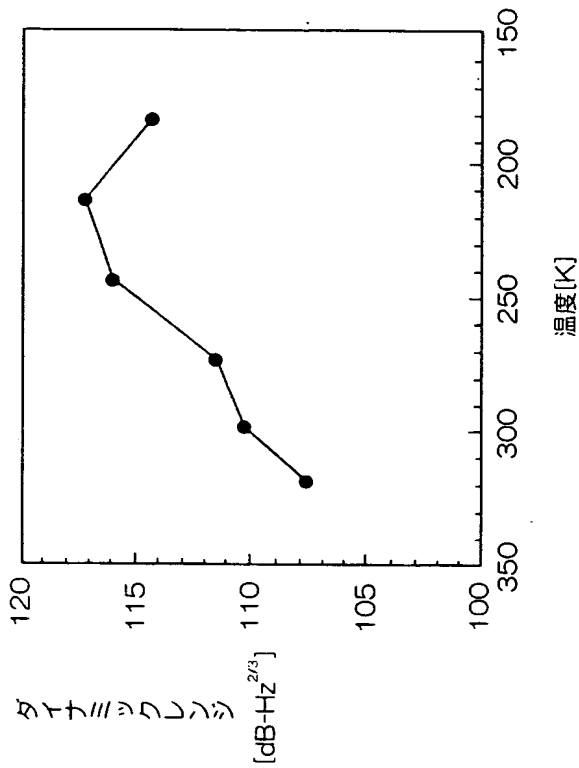


図 14 レーザダイオードの動作温度に対するダイナミックレンジの実験例を示す図

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 雰囲気温度に対して安定かつ十分なダイナミックレンジを有する、屋外に設置される高感度受信機を提供する。

【解決手段】 高周波信号が入力される受信帯域フィルタ R X F 3 と、受信帯域フィルタの後段に接続された受信低雑音増幅器 L N A 4 と、受信低雑音増幅器の出力信号を光信号に変換して出力するレーザーダイオード L D 5 を具備する高感度受信機において、上記受信帯域フィルタ R X F 3、受信低雑音増幅器 L N A 4、及びレーザーダイオード L D 5 は熱遮蔽函 8 に封入され、上記冷却手段により冷却する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 1 1 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 3 9 2 0 2 6 6 9 3 ]

1. 変更年月日  
[変更理由]

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

名称変更

住所変更

住 所  
氏 名

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号  
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ